

RECHERCHES HYDROLOGIQUES SUR BASSINS REPRESENTATIFS AU MINISTERE

DE L'AGRICULTURE : Le secteur pilote de l'ORGEVAL ; objectifs  
et méthodes d'exploitation.

par R. HLAVEK (1) et P. DUBREUIL (2)

-----oOo-----

CONDITIONS DE CHOIX DES BASSINS ET OBJECTIFS VISES :

Le GRAND MORIN, affluent de la MARNE, est un cours d'eau dont les crues causent fréquemment des dégâts tant aux lieux habités qu'aux cultures. Le Service du Génie Rural projette d'utiliser une partie de ces eaux grâce à l'établissement de plusieurs réserves de diverses capacités (de quelques centaines de milliers à quelques millions de mètres cubes). Ces réserves joueront le plus souvent un rôle multiple : écrêtement des crues, irrigation, pisciculture et même activités touristiques dans certains cas, en raison de la proximité de l'agglomération parisienne.

Compte tenu de ces considérations il a été décidé, dès 1961, de choisir un bassin représentatif du bassin versant du GRAND MORIN et c'est après une rapide étude, menée avec le concours de l'Electricité de France (E.D.F.) et de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (O.R.S.T.O.M.), que le Rû de l'ORGEVAL fut retenu (voir Annexe 1).

Initialement l'objectif était donc pratique et immédiat et le but était de fournir les données de base nécessaires aux ingénieurs - projeteurs chargés des aménagements hydrauliques et para-hydrauliques ; la réalisation de l'équipement fut d'ailleurs le fait de la Section Technique de l'Hydraulique du Ministère de l'Agriculture et l'on peut considérer que l'installation fut terminée en Juin 1962, en ce qui concerne ce premier stade d'équipement du moins.

Ensuite il est assez rapidement apparu nécessaire de prendre en considération des objectifs de recherche, c'est à dire des objectifs par là même différés ; de ce fait d'ailleurs la poursuite des opérations fut confiée, en Août 1963, au Centre de Recherches et d'Expérimentation

- 
- (1) - Chef de la Section Hydrologie-Hydrogéologie du Centre de Recherches et d'Expérimentation du Génie Rural (Ministère de l'Agriculture).  
(2) - Directeur de recherches, Bureau Central d'Hydrologie de l'O.R.S.T.O.M.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 33294, ex 1

Cote : B

..... /

de Génie Rural, du Ministère de l'Agriculture, le même responsable (en l'occurrence l'un de nous (1)) étant chargé de ces opérations depuis le début.

Il est certain que les deux objectifs : immédiats d'une part, différés d'autre part, se sont superposés, sans solution de continuité ; c'est donc en quelque sorte d'une manière pragmatique que fut démontrée la liaison existant nécessairement entre ces deux natures d'objectifs, liaison sur laquelle l'un de nous insiste par ailleurs en la plaçant dans un contexte général méthodologique (2). Actuellement cette méthodologie a donc été nettement dégagée et la gestion des bassins, ainsi que leur exploitation, sont conçues de manière à faciliter la valorisation du plus grand nombre possible de documents d'observation bruts.

#### CARACTERISTIQUES GENERALES DES BASSINS DE L'ORGEVAL :

Elles sont brièvement énumérées afin de situer géographiquement le secteur d'études et de faciliter la compréhension des plans d'équipement et d'opérations qui ont été choisis.

Nous pouvons distinguer :

1. Les conditions climatiques : il s'agit des conditions générales de la région parisienne.

1.1. Le climat, variable, est fonction d'une part des types de temps, d'autre part des masses d'air et, selon P. DELABORDE, les caractéristiques du climat sont :

- en ce qui concerne les types de temps : 58 % de temps cycloniques (dont 53 % de secteur W ; 30 % de secteur N et 17 % de secteur S) ; 29 % d'anticyclones continentaux et 13 % d'anticyclones océaniques.

- en ce qui concerne les masses d'air : 72,5 % sont maritimes et 27,5 % continentales.

1.2. Les précipitations ont des valeurs moyennes suivantes ; pour la période 1891 - 1930, en deux stations limitrophes : 769 mm. à REBAIS (altitude : + 150 m) et 708 mm. à COULOMMIERS (altitude + 88 m.). Si l'on tient compte par ailleurs des résultats obtenus à PARIS - St MAUR sur la période 1891 - 1950 le total annuel peut varier de 350 mm. (année exceptionnellement sèche) à 1.050 mm. (année exceptionnellement humide). Les

(1) - R. HLAVEK.

(2) - P. DUBREUIL.

précipitations neigeuses restent faibles.

1.3. Les températures sont, à l'altitude de 150 mètres, les suivantes :  
moyenne des maxima M = +15° ; moyenne des minima m = +6° ;  
moyenne annuelle = + 11°.

1.4. Les vents ont les fréquences suivantes (calmes exclus), en ‰ :  
N = 57 ; NE = 115 ; E = 87 ; SE = 116 ; S = 122 ; SW = 245 ;  
W = 164 ; NW = 94.

2. Les caractéristiques des bassins versants : La majeure partie du secteur étudié est constituée par un plateau, d'altitude comprise entre 140 et 170 m ; ce plateau, constitué de limons épais et plus ou moins imperméables (mélange de sables, de calcaires siliceux ou marneux et d'argiles plus ou moins altérés) repose sur une couche imperméable peu épaisse (5m. environ) mais continue.

Au dessus de ce substratum (argile verte) nous avons, dans le "limon des plateaux", des nappes phréatiques drainées par le système hydrographique de l'ORGEVAL.

Sous cet horizon argileux se trouvent diverses formations calcaires ou marno-calcaires, présentant d'importantes variations latérales de faciès et dans lesquelles les vallées s'entaillent profondément ; c'est à ce niveau que des échanges complexes, et pratiquement inconnus, peuvent se produire entre les cours d'eau et les nappes incluses dans ces formations profondes qui s'étendent principalement vers l'Ouest et le Sud.

Les caractéristiques des bassins à chaque station sont données dans le tableau ci-après (les bassins étant successivement inclus dans le bassin de la station immédiatement à l'aval.

Tableau Page 4.

..... /

| Stations considérées<br>Données considérées | MELARCHEZ | LA GOUGE  | Les AVENELLES | LE THEIL |
|---------------------------------------------|-----------|-----------|---------------|----------|
| Superficie A (en Km <sup>2</sup> )          | 6,65      | 24,7      | 45,7          | 104      |
| Périmètre P (en Km)                         | 11,2      | 22,4      | 33,4          | 54       |
| Compacité Kc (coefficient de GRAVELIUS)     | 1,22      | 1,26      | 1,38          | 1,48     |
| Altitude moyenne (en m.)                    | 175       | 155       | 151           | 148      |
| Altitudes extrêmes (en m.)                  | 182 - 148 | 182 - 128 | 182 - 85      | 182 - 80 |
| Dénivelée (en m.)                           | 34        | 54        | 98            | 102      |
| Pente moyenne du bassin (m/km)              | 8,7       | 6,6       | 7,4           | 4,6      |
| Longueur du lit (en km)                     | 3,7       | 7,5       | 11,8          | 14,8     |
| Pente moyenne du lit (m/km)                 | 9,2       | 7,2       | 8,3           | 6,9      |
| Cultures et prairies (en %)                 | 93,5      | 94,2      | 83,8          | 81       |
| Bois et forêts (en %)                       | 4,2       | 3,9       | 14,8          | 18       |
| Zones urbanisées et routes (en %)           | 2,3       | 1,9       | 1,4           | 1        |
| Limon des plateaux (en %) (1)               | 100       | 97,5      | 92,5          | 93,2     |
| Argile Verte (en %)                         | -         | 2,5       | 4,5           | 3,6      |
| Calcaires (en %)                            | -         | -         | 3,0           | 3,2      |

(1) - N.B. - La répartition géologique des terrains est approximative.

LE PLAN D'EQUIPEMENT : La conjugaison pragmatique des objectifs immédiats et différés qui sont poursuivis sur le secteur pilote de l'ORGEVAL, explique la teneur du plan d'équipement actuel qui correspond au premier stade atteint progressivement au cours des premières années de fonctionnement du secteur d'études.

Jusqu'à présent nous avons dû limiter le nombre de données observées faute de moyens matériels suffisants (équipement) mais surtout faute de personnel ; en particulier pendant les trois premières années de fonctionnement il n'y eut qu'un seul agent technique pour l'ensemble des opérations.

..... /

Dans un deuxième stade les observations seront plus nombreuses (évapotranspirations potentielle et réelle, régime des nappes phréatiques et profondes) et étendues à d'autres bassins limitrophes ne présentant que peu de différences avec ceux de l'ORGEVAL (examens des modifications provoquées sur les éléments du régime hydrologique par la variation d'un ou deux facteurs conditionnels).

Si nous considérons l'équipement actuel nous distinguons :

- 1. l'équipement climatologique : il est représenté par une station météorologique, située sur le plateau, donc représentative du climat dominant du bassin (voir tableau ci-dessus) ; une station simplifiée devrait être installée dans une vallée, mais l'absence de moyens d'exploitation ne nous a pas permis de donner suite à ce projet.

La station météorologique (dite "de MELARCHEZ") assure le rassemblement des données suivantes :

- enregistrements de la température de l'air sous abri, de la pression atmosphérique, de l'humidité relative de l'air sous abri, de la durée d'insolation et des précipitations ;
  - détermination de la vitesse moyenne du vent (intervalle de mesure de 12 h.) ;
  - les températures minimales et maximales de l'air sous abri ;
  - les températures (à 7h. et à 19h.) dans le sol à 0m,50 et 1 m de profondeur, et de l'eau à la surface des bacs d'évaporation ;
  - l'évaporation sous abri (évaporomètre PICHE) et sur bacs d'eau libre de 1 m<sup>2</sup> (un enterré et un surélevé).
- 2. l'équipement pluviométrique : il existe actuellement 21 points de mesure des précipitations (2 pluviographes venant d'être installés au début 1965) se répartissant sur l'ensemble des bassins selon une densité variable (1 appareil au Km<sup>2</sup> pour le plus petit bassin ; 1 appareil pour 5 Km<sup>2</sup> pour le plus grand bassin), et constitués par :
    - 14 pluviographes (surface de réception = 1,000 cm<sup>2</sup>) dont 1 à rotation journalière (station météorologique) et 13 à rotation hebdomadaire ;
    - 7 pluviomètres (surface de réception = 400 cm<sup>2</sup>).
  - 3. l'équipement hydrométrique : nous devons distinguer :

..... /

- 3.1. les stations fondamentales : elles sont au nombre de 4 et les limites de leurs bassins versants respectifs figurent sur l'Annexe I. Leur aménagement est aussi discret que possible et consiste essentiellement en une rectification de berges et un nettoyage des berges et du fond. L'équipement comprend : 1 limnigraphe à flotteur de type OTT XX (échelle 1/5 ; vitesse de déroulement du papier : 20 mm/h ; autonomie : 1 mois) une échelle limnimétrique de contrôle et une passerelle de jaugeage.

Seule la station amont (MELARCHEZ, BV = 6,65 Km<sup>2</sup>) est pourvue d'un radier bétonné et équipée d'un déversoir triangulaire ( $\alpha = 90^\circ$ ), amovible, le débit d'étiage descendant en effet au dessous de 0,1 l/s ; ce déversoir est enlevé en période de crue à cause des risques de débordements que sa présence pouvait occasionner.

- 3.2. les stations secondaires : il s'agit de points de mesure non aménagés où ne sont faites que des mesures d'étiage (en même temps qu'aux stations fondamentales), et ce afin d'étudier tout particulièrement la variation des débits d'étiage dans l'espace et dans le temps (une tournée étant faite chaque semaine).

LE PLAN D'OPERATIONS : Il est distingué d'une manière générale les opérations périodiques d'une part et les opérations extraordinaires d'autre part. Ces points étant largement développés par ailleurs par l'un de nous (1), nous n'insisterons pas plus, sinon pour dire que le défaut d'expérience du gestionnaire des bassins n'a malheureusement pas permis d'établir ce plan d'opérations rationnel avant le début de la première campagne de mesures sur le terrain, comme cela eut été souhaitable.

Cependant quelques remarques peuvent être faites et le classement suivant établi :

.1. Opérations périodiques :

- .1.1. dont la périodicité doit être strictement respectée : il s'agit de la gestion de la station climatologique où la plupart des mesures doivent être faites selon un rythme et un horaire fixes.
- .1.2. dont la périodicité peut ne pas être strictement respectée : il en est ainsi de toutes les opérations d'entretien des appareils ; il en est de même pour les relevés d'appareils, qui présentent généralement une marge de sécurité dans l'autonomie ; il en est

(1) - P. DUBREUIL

encore de même pour les jaugeages destinés à l'établissement, puis au contrôle, des courbes de tarage et pour les jaugeages systématiques d'étiage, car les débits sont alors peu variables d'un jour à l'autre et l'agent technique peut disposer d'une certaine initiative.

2. Opérations extraordinaires : elles correspondent à des événements imprévisibles et dont la préhension est impérative, chacun de ces événements devant être considéré comme susceptible de ne plus se reproduire pendant la durée d'existence du bassin représentatif.

Il s'agit essentiellement des événements "averses-crues", c'est à dire qu'il y a lieu de relever les averses et de procéder à des jaugeages en crues. Lorsque l'averse n'est pas suivie de crue les jaugeages perdent leur caractère d'opérations extraordinaires pour acquérir celui d'opérations périodiques (Cf, ci-dessus).

Dans ces conditions, et compte tenu du fait que l'exploitation du bassin a été conçue avec un seul agent technique, résidant sur place, et sans agent de bureau à l'échelon de la gestion, nous avons du confier à un observateur local le soin de faire les mesures biquotidiennes à la station météorologique (opérations "1.1."), et charger l'agent technique résident du reste des opérations ("1.2." et "2") ; il n'y a pas, pour ce dernier d'incompatibilité entre les opérations "1.2." et "2", mais leur exécution exige un travail qui doit être considéré comme excessif et peut entraîner des risques certains (en cas d'accident ou de simple maladie) ; les raisons de cet état de choses sont uniquement d'ordre budgétaire.

#### CONDITIONS DE RASSEMBLEMENT ET D'ELABORATION DES DONNEES GLOBALES :

Précisons tout d'abord qu'il ne sera pas question ici d'exposer, ou de discuter, des principes et des méthodes plus ou moins classiques en hydrologie (modes d'emploi des appareils, modes de dépouillement, procédés de jaugeages, signification réelle des données etc...).

Les activités de rassemblement et d'élaboration ne peuvent être distinguées que par nature de donnée et nous considérerons ainsi successivement les données climatologiques, pluviométriques et hydrométriques simples et complexes.

1. LES DONNEES CLIMATOLOGIQUES. Les opérations sont les suivantes :

- 1.1. Rassemblement des données brutes : l'observateur chargé de la station météorologique, porte sur un carnet les valeurs des lectures faites sur les divers appareils et retire les bandes des enregistreurs (héliographe, thermographe, hygrographe) ; l'ensemble de ces documents est remis chaque semaine à l'agent technique résident, lors de son passage.

1.2. Etablissement de la fiche hebdomadaire (Annexe 2) : c'est l'agent technique qui effectue ce travail consistant :

- 1.2.1. en un rapport pur et simple de certaines données : après contrôle l'agent technique ne fait que reporter les valeurs des températures (air, sol et eau), et celles des pluies (pluviomètres de contrôle à 1m,50 du sol).
- 1.2.2. en un calcul intermédiaire : à partir des données brutes relevées et fournies par l'observateur l'agent technique résident calcule : le vent moyen, l'évaporation à l'évaporomètre PICHE et les évaporations réelles sur bacs (correction de pluie au sol).

1.3. Etablissement de la fiche mensuelle (Annexe 3) : ce document est établi par l'agent technique résident à partir :

- 1.3.1. des fiches hebdomadaires : il s'agit là du report pur et simple des données élaborées suivantes : vitesse moyenne du vent ; températures de l'eau et du sol, à 7h et 19h ; évaporations au PICHE et sur bacs.
- 1.3.2. des enregistrements : il s'agit là de déterminer, par lectures directes ou planimétrages, les données suivantes : pressions barométriques (minimums, maximums et moyennes) ; durée d'insolation journalière (par demi-journées) ; température moyenne de l'air sous abri ; humidité relative moyenne de l'air et déficit de saturation correspondant.

2. LES DONNEES PLUVIOMETRIQUES : Les données d'observation sont de deux types différents : d'une part relevés de pluviomètres, d'autre part pluviogrammes. Les opérations sont les suivantes :

2.1. rassemblement des données brutes : l'agent technique résident fait la tournée des pluviomètres après chaque averse et consigne les éléments (hauteur et heure du relevé) sur un carnet ; par ailleurs il collecte lui-même chaque semaine les bandes d'enregistrement des 13 pluviographes à rotation hebdomadaire et prend chez l'observateur de la station météorologique les enregistrements recueillis sur le pluviographe à rotation journalière de ladite station au cours de la semaine écoulée.

2.2. élaboration des données : les documents énumérés ci-dessus permettent :

2.2.1. de définir les hauteurs de pluie journalière en chaque point, ce qui permet de dresser facilement :

- 2.2.1.1. des tableaux récapitulatifs : - mensuels (Annexe 4)  
- annuels (Annexe 5)

2.2.1.2. des réseaux d'isohyètes mensuelles ou annuelles.



2.2.2. d'individualiser les averses ; ceci permet alors :

2.2.2.1. d'en établir le relevé annuel (Annexe 6), en ne retenant que des éléments simples : heures de début et de fin de précipitation, durée, hauteur totale de pluie.

2.2.2.2. d'établir les réseaux d'isohyètes de chaque averse ou de chaque groupe d'averses.

2.2.2.3. d'établir tous les hyétogrammes nécessaires (la fiche de dépouillement des pluviogrammes est classique)

3. LES DONNEES HYDROMETRIQUES : La situation se présente ainsi :

3.1. Les données de base : il y a lieu de distinguer :

3.1.1. le relevé des hauteurs d'eau : nous avons dit que les quatre stations fondamentales étaient équipées de limnigraphes ; dans ces conditions il importe de surveiller le fonctionnement des enregistreurs (opérations périodiques), et de vérifier soigneusement les limnigrammes avant classement, puis de les conserver en lieu sûr après identification de telle façon que ces documents puissent à tout moment être consultés facilement.

3.1.2. les jaugeages : les données du jaugeage sont consignées sur un carnet de terrain et font l'objet d'un report sur une fiche de dépouillement sur laquelle figurent les diverses phases du dépouillement et les résultats : hauteur et débit correspondant bien entendu, mais aussi éléments caractéristiques (vitesse moyenne et superficielle, pente de la ligne de charge) en vue de l'extrapolation vers les hauts débits, en cas d'absence de jaugeage de ces derniers.

Une liste récapitulative des jaugeages effectués à chaque station permet d'avoir une vue synoptique de la valeur de l'ensemble des jaugeages et de déceler certaines anomalies.

A partir d'un certain nombre de jaugeages sont établis la (ou les) courbe de tarage de laquelle on tire les barèmes d'étalonnage de la station ; ce travail doit être étroitement dirigé par l'ingénieur responsable de l'ensemble des bassins considérés.

3.2. Les données élaborées : elles sont de trois types :

3.2.1. les débits moyens : il y a tout d'abord lieu de déterminer le débit moyen journalier qui se calcule selon les cas **à partir de** la moyenne d'un certain nombre de hauteurs, à partir de la moyenne

..... /

d'un certain nombre de débits ou enfin par planimétrage d'hydrogrammes (Cf. ci-dessous).

Il est alors possible d'établir un tableau annuel (Annexe 7) donnant l'ensemble des débits journaliers en  $m^3/s.$  et les valeurs moyennes mensuelles et annuelles du débit absolu (en  $m^3/s.$ ), du débit spécifique (en  $l/s/ Km^2$ ), de la lame d'eau écoulée (en mm.) et du volume écoulé (en  $m^3$ ).

3.2.2. les hydrogrammes : il s'agit simplement de transformer un limnigramme en hydrogramme à l'aide du barème d'étalonnage ; il importe alors de porter nettement, sur l'hydrogramme, la mention du barème utilisé pour permettre toutes les corrections ultérieures éventuelles.

3.2.3. les courbes de tarissement : elles sont en fait établies non pas à partir de hauteurs d'eau, transformées en débit, mais directement à partir de mesures de débit spéciales et systématiques, afin d'obtenir une meilleure précision.

4. LES DONNEES COMPLEXES : La seule que nous ayons étudiée est constituée par l'événement "averse-crue".

En toute rigueur nous nous efforçons de la mener selon les principes exposés par l'un de nous (1) mais actuellement nous sommes contraints de continuer de limiter notre effort aux points suivants :

4.1. établissement du "tableau des réactions du bassin" : il s'agit en effet d'un document synoptique que l'on peut assez facilement établir sur place et sans délais ; il permet de faciliter considérablement les interprétations ultérieures.

4.2. étude particulière d'un certain nombre de crues : seules sont étudiées les crues provoquées par un ruissellement généralisé sur l'ensemble du bassin, à l'exclusion des simples gonflements de l'écoulement de base ; il est dans ce cas procédé à l'établissement des documents suivants : hydrogramme de la crue, hyétogrammes en 3 points caractéristiques et carte des isohyètes de l'averse génératrice de la crue.

(1) - P. DUBREUIL.

CONCLUSION.

Jusqu'ici la modicité des moyens matériels et la difficulté de disposer en permanence d'un personnel technique qualifié suffisant nous ont contraint de limiter l'exploitation des bassins de l'ORGEVAL à la simple obtention des données hydropluviométriques classiques concernant les eaux de surface.

Tel qu'il est actuellement le plan d'opérations vise surtout à préserver l'avenir en valorisant au plus tôt l'information recueillie quitte à sacrifier quelque peu les interprétations déjà possibles.

A la fin de 1964, après 18 mois environ d'observations, l'un d'entre nous (1) a dressé un premier bilan sommaire des résultats obtenus. Une étude de synthèse de plus grande portée sera vraisemblablement réalisée quand on disposera de 5 années au moins de relevés continus dans le domaine des eaux de surface.

Entre temps, dans les 2 années prochaines, l'extension des observations aux autres constituants du cycle de l'eau (évapotranspiration, infiltration profonde) devrait être mise pratiquement en application.

Enfin ce groupe de bassins représente la première expérience du Ministère français de l'Agriculture ; outre son intérêt propre, on peut tirer déjà des 3 années d'observations des leçons d'ordre général d'une précision suffisante pour établir rationnellement un nouvel ensemble de bassins représentatifs dans une autre région de la France.

-----oOo-----

(1) - P. DUBREUIL - Bassins de l'ORGEVAL. Rapport préliminaire (Mars 1962 - Septembre 1963) - ORSTOM. Novembre 1963.